

---

# Matériaux et Structures du Génie Civil (*MSGC/LGECO*)

**Responsable** : Cyrille CHAZALLON

## ***Equipe***

Chazallon Cyrille, PU / [cyrille.chazallon@insa-strasbourg.fr](mailto:cyrille.chazallon@insa-strasbourg.fr)  
Koval Georg, MCF / [georg.koval@insa-strasbourg.fr](mailto:georg.koval@insa-strasbourg.fr)  
Migault Bernard, MCF-HDR / [bernard.migault@insa-strasbourg.fr](mailto:bernard.migault@insa-strasbourg.fr)  
Mouhoubi Saida, MCF / [saida.mouhoubi@insa-strasbourg.fr](mailto:saida.mouhoubi@insa-strasbourg.fr)  
Nowamooz Hossein, MCF / [hossein.nowamooz@insa-strasbourg.fr](mailto:hossein.nowamooz@insa-strasbourg.fr)

## **Thématiques de recherche**

La politique scientifique de l'équipe s'appuie sur une capitalisation des connaissances acquises sur le comportement des milieux granulaires, la modélisation des infrastructures et le développement de nouvelles méthodes numériques adaptées à la modélisation des ouvrages de Génie Civil.

Les travaux de l'équipe sont articulés autour de deux thèmes :

- Les milieux granulaires
- La durabilité des structures

### **Thème 1 : milieux granulaires**

Dans le cadre de cette thématique, sont développés des travaux dans le domaine de la fatigue des milieux granulaires non saturés possédant des liants de type eau et/ou bitume. Le champ d'application est vaste puisqu'il concerne la problématique de la durabilité des infrastructures routières, portuaires et ferroviaires dans leur environnement. Deux approches, à échelles distinctes, sont développées :

#### *Approche macroscopique :*

A l'état d'avancement actuel, des lois de comportement élastoplastique (viscoplastique équivalent) et des lois de comportement d'état limite, pour les sols et les milieux granulaires naturels ou issus du recyclage, ont été développées à l'échelle macroscopique.

#### *Approche micromécanique*

Parallèlement aux approches de modélisation réalisées à l'échelle macroscopique, nous travaillons à l'amélioration des modèles macroscopiques d'état limite par la méthode des éléments discrets

### **Thème 2 : durabilité des structures :**

Dans le cadre de la thématique « durabilité des structures » sont développés des travaux dans le domaine de la prise en compte du comportement mécanique dégradé par fissuration des structures. D'une part, cette thématique repose actuellement sur le développement d'un outil numérique, basé sur la méthode des équations intégrales couplée à la Méthode Multipôle Rapide, qui permet de prendre en compte les interactions d'un grand nombre de fissures dans des structures tridimensionnelles élastiques. Les applications de cet outil à des structures possédant plusieurs matériaux (multizones) restent à développer

dans le cadre des infrastructures rigides routières ou des massifs rocheux. D'autre part, la thématique « durabilité des structures » repose sur des développements en mécanique de la rupture de la méthode aux éléments discrets. Cette dernière est adaptée pour décrire le comportement d'ouvrages en maçonnerie dont les matériaux constitutifs ont un comportement de type élastique-fragile.

## Thèses en cours

« Etude du comportement en fatigue du renforcement des bétons bitumineux par grille de fibre de verre », Début de thèse : 01/10/2009 / Doctorant I. Arsenie

« Modélisation discrète du comportement mécanique des ouvrages maçonnés », Début de thèse : 01/10/2009 / Doctorant B.D. Le

« Etude de la modélisation tridimensionnelle de la propagation de fissures par éléments de frontière accélérés par la méthode multipôle rapide : application à des ouvrages multifissurés » Début de thèse : 01/10/2010 / Doctorant T. Trinh

« Comportement hydromécanique des matériaux granulaires compactés non saturés », Début de thèse : 01/10/2010 / Doctorant X.N. Ho

« Modélisation du comportement hydromécanique des sols gonflants basée sur le concept d'état limite. » Début de thèse : 1/10/2011/Doctorant LI Kai

« Etude des additions d'asphaltite dans des bitumes de grades élevés » Début de thèse : 1/10/2011/Doctorant THEMELI Andrea

## Principales publications

### Revue internationale avec comité de lecture (ACL)

- 2011

ACL.1 C. Chazallon, G. Koval, S. Mouhoubi (2011) "A two mechanisms elastoplastic model for shakedown of unbound granular materials and DEM simulations", International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Wiley, Article first published online: 20 JUL 2011 | DOI: 10.1002/nag.1070

ACL.2 H. Nowamooz, M.I. Arsenie, C. Chazallon, F. Masroui, P. Hornych (2011). 'Unsaturated resilient behavior of a natural compacted sand', Computers and Geotechnics Volume 38, Issue 4, June 2011, Pages 491-503

ACL.3 H. Nowamooz, C. Chazallon (2011), 'Finite element modelling of a wall built in natural soil', Journal of Construction and Building Material, n°25 (4), 211

ACL.4 G. Koval, F. Chevoir, J.-N. Roux, J. Sulem and A. Corfdir, Interface roughness effect on slow annular shear of granular materials, *Granular Matter*, accepted 2011, DOI: 10.1007/s10035-011-0267-2.

- 2010

ACL.5 F. Allou, C. Petit, C. Chazallon, P. Hornych, (2010) 'Shakedown approaches to rut depth prediction in low volume roads', Journal of Engineering Mechanics - ASCE, Vol. 136, No. 11, , pp. 1422-1434.

---

ACL.6 M. Ajdari, G. Habibagahi, H. Nowamooz, F. Masrouri, A. Ghahramani. (2010) Shear strength features and soil water retention curve of a dual porosity expansive silt-bentonite mixture, *Scientia Iranica, Transaction on Civil Engineering*, n°17 (6), 430-440.

ACL.7 H. Nowamooz, F. Masrouri (2010). Influence of suction cycles on the soil fabric of compacted swelling soil, *Comptes rendus Géoscience*, n°342 (12), 901-910.

ACL.8 H. Nowamooz, F. Masrouri (2010). Relationships between soil fabric and hydraulic properties in compacted swelling soils, *Journal of Engineering Geology*, n°114 (3-4), 444-455.

ACL.9 H. Nowamooz, F. Masrouri (2010). Hydromechanical behaviour of an expansive lime treated bentonite/silt mixture during drying and wetting tests, *Comptes Rendus Mécanique*, n°338 (4), 230-240.

ACL.10 P. Moucheront, F. Bertrand, G. Koval, L. Tocquer, S. Rodts, J.-N. Roux, A. Corfdir and F. Chevoir, Mri investigation of granular interface rheology using a new cylinder apparatus, *Magnetic Resonance Imaging*, 28 (6) pp. 910-918, 2010.

- 2009

ACL.11 C. Chazallon, G. Koval, P. Hornych, F. Allou, S. Mouhoubi, (2009) '*Modelling of rutting of two flexible pavements with the shakedown theory and the finite element method.*', *Computers and Geotechnics*, Elsevier, Volume 36, Issue 5, Pages 798-809

ACL.12 C. Chazallon, F. Allou, P. Hornych, S. Mouhoubi, (2009), '*Finite element modelling of the long term behaviour of a full scale flexible pavement with the shakedown theory*', *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Wiley editor, 33, 1, p 45-70.

ACL.13 G. Koval, J.-N. Roux, A. Corfdir, F. Chevoir, Annular shear of cohesionless granular materials: From inertial to quasistatic regime. *Physical Review E*, 79(2):021306, 2009.

ACL.14 F. Chevoir, J.-N. Roux, F. da Cruz, P. Rognon et G. Koval, Friction law in dense granular flows, *Powder Technology*, 190, 264-268, 2009.

ACL.15 H. Nowamooz, F. Masrouri (2009). Shrinkage-swelling of compacted clayey dense and loose soils, *Comptes Rendus Mécanique*, n°337 (11-12), 781-790.

ACL.16 H. Nowamooz, F. Masrouri (2009). Density-dependent hydromechanical behaviour of a compacted expansive soil, *Engineering Geology*, n°106 (3-4), 105-115.

ACL.17 H. Nowamooz, M. Mrad, A. Abdallah, F. Masrouri (2009). Experimental and numerical studies of the hydromechanical behaviour of a natural unsaturated swelling soil, *Canadian Geotechnical Journal*, n°46, 393-410.

- 2008

ACL.18 H. Nowamooz, F. Masrouri (2008). Hydromechanical behaviour of an expansive bentonite/silt mixture in cyclic suction-controlled drying and wetting tests, *International Journal of Engineering Geology*, n°101 (3-4), 154-164.

2007

ACL.19 P. Hornych, C. Chazallon, F. Allou, A. El Abd, (2007) '*Prediction of permanent deformations of unbound granular materials, in relation with the moisture content*', *International Journal of Road Materials and Pavements Design*, Hermès, 8, 4, p 644 - 666

ACL.20 F. Allou, C. Chazallon, P. Hornych, (2007) '*A numerical model for flexible pavements rut depth evolution with time*', *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Wiley editor, 2007, 31, pp 1-22.

---

## Revue nationale avec comité de lecture (ACLN) :

ACLN.21 H. Nowamooz, F. Masrouri (2010). Mechanical behaviour of expansive soils after several drying and wetting cycles, *International Journal of Geomechanics and Geoengineering*, n°5 (4), 213 – 221.

ACLN.22 H. Nowamooz, F. Masrouri (2010). Suction variations and soil fabrics of swelling soils, *Journal of rock mechanics and geotechnical engineering*, n°2(2), 129-134.

---

## Communications avec acte dans un congrès international (C-ACTI)

- 2011

C-ACTI.23 Arsenie I., Chazallon C., Duchez J.L., Doligez D., (2011), Study of the reinforcement role of the fiber glass grid on the fatigue behavior of an asphalt mix, 20-25 November, Rio Janeiro, Brasil.

C-ACTI.24 G. Koval, B.-D. Le, C. Chazallon, (2011), DEM approach in fracture mechanics, *oral presentation and article in proceedings of the II International Conference on Particle-based Methods*, Barcelona, Spain.

C-ACTI.25 G. Koval, C. Chazallon, (2011), Inertial effects on granular materials under repeated load biaxial tests, *oral presentation and article in proceedings of the International Symposium of Railway Geotechnical Engineering*, Paris, France.

- 2010

C-ACTI.26 H. Nowamooz, M.I. Arsenie, C. Chazallon, F. Masrouri (2010). Hydromechanical behaviour of a natural sand using different suction controlled techniques, Fifth International Conference on Unsaturated Soils, 6-8 September, Barcelona, Spain.

C-ACTI.27 H. Nowamooz, C. Chazallon, (2010), "Finite element modelling of a wall built in natural soil", 4<sup>th</sup> European Conference on Computational Mechanics, Paris, 17-21, (8 pages)

C-ACTI.28 M. Ajdari, G. Habibagahi, H. Nowamooz, F. Masrouri, A. Ghahramani (2010). Shear strength features and soil water retention curve of a dual porosity expansive silt-bentonite mixture, 4th International Conference on Geotechnical Engineering & Soil Mechanics, 2-3 November, Tehran, Iran.

C-ACTI.29 H. Nowamooz, R. Gomez, M.V. Villar, F. Masrouri (2010). Thermohydromechanical behaviour of an expansive bentonite/silt mixture using different suction controlled techniques, Fifth International Conference on Unsaturated Soils, 6-8 September, Barcelona, Spain.

C-ACTI.30 M. Ajdari, H. Nowamooz, F. Masrouri, G. Habibagahi, A. Ghahramani (2010). The Role of Suction and Degree of Saturation in the Hydro-Mechanical Response of an Expansive Silt-Bentonite Mixture, Fifth International Conference on Unsaturated Soils, 6-8 September, Barcelona, Spain.

C-ACTI.31 H. Nowamooz, M. Mrad, A. Abdallah, F. Masrouri (2010). Shallow foundations on natural soils, International Conference on Geotechnical Challenges in Megacities, 7-10 June, Moscow, Russia.

---

- 2009

C-ACTI.32 F. Allou, C. Chazallon, P. Hornych, C. Petit, (2009), 'Influence of the macroscopic cohesion on the 3D finite elements modelling of a flexible pavements rut depth', BCRA, 29 June – 2 July, Champaign, Illinois, USA, (pp 155 – 165)

C-ACTI.33 H. Nowamooz, F. Masrouri (2009), Hydromechanical behaviour of expansive soils during the wetting and drying cycles, XVIIème Congrès International de Mécanique des Sols et de la Géotechnique, 5-9 octobre, Alexandrie, Egypte.

C-ACTI.34 H. Nowamooz, F. Masrouri (2009). Suction variations and soil fabrics of swelling soils, International Symposium on Unsaturated Soil Mechanics and Deep Geological Nuclear Waste Disposal, 24-28 August, Shanghai, China.

C-ACTI.35 H. Nowamooz, F. Masrouri (2009), Analytical and experimental studies on the unsaturated swelling soils, The Fourth Biot Conference on Poromechanics, 8-10 Juin, New York, USA.

- 2007

C-ACTI.36 F. Allou, C. Chazallon, P. Hornych, C. Petit, '3D finite elements modelling of rut depth evolution of flexible pavements with the shakedown theory', Advanced Characterisation of Pavement and Soil Engineering Materials, 20 – 22 Juin 2007, Athènes, ( pp 451 – 460)

---

## Communications avec acte dans un congrès national (C-ACTN)

- 2011

C-ACTN.37 B.-D. Le, G. Koval, C. Chazallon, Modélisation discrète en mécanique de la rupture, Annales du 20<sup>ème</sup> Congrès Français de Mécanique, Besançon, France, 2011.

C-ACTN.38 X. N. Ho, H. Nowamooz, C. Chazallon, B. Migault, Comportement hydromécanique des matériaux granulaires compactés non-saturés, Annales du 20<sup>ème</sup> Congrès Français de Mécanique, Besançon, France, 2011.

- 2009

C-ACTN.39 Pham, D., Mouhoubi, S., Bonnet, M., Migault, B., (2009) « Méthode multipôle rapide pour les équations intégrales variationnelles symétriques en élasticité, 19ème Congrès de Français de Mécanique de Marseille, 24-28 Août 2009comptes rendus d'ouvrages, rapports de fouilles, guides techniques...)

- 2008

C-ACTN.40 Fatima Allou, Cyrille Chazallon, Pierre Hornych & Christophe Petit, 'Calcul par éléments finis de l'orniérage d'une chaussée souple - Effet de la prise en compte de la cohésion macroscopique', AUGC 2008, Nancy, Juin, (8 pages)

- 
- 2007

C-ACTN.41 F. Allou, C. Chazallon, P. Hornych, C. Petit 'Modélisation de l'orniérage des chaussées à faible trafic', Congrès Français de Mécanique, 27-31 Aout 2007 (6 pages)

## **Communications orales sans actes dans un congrès international ou national (C-COM)**

- 2011

C-COM.42 K. Kamrin, G. Koval, A nonlocal enhancement to granular elasto-plasticity, *oral presentation in the march meeting of the American Physical Society*, Dallas, United States, 2011.

## **Contribution à des ouvrages scientifiques (OS)**

OS.43 **Water in road structures, movement, damage and effects**, 2008, Editeur : Springer  
ISBN : 978-1-4020-8561-1

---